

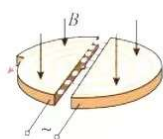
成都七中 2022~2023 学年度 2024 届高二上期 12 月阶段考

试

理科物理部分 占比： 110 分

一 单选题 (3 分*10)

1. 回旋加速器是由两个 D 形金属盒组成, 中间网状狭缝之间加电压 (电场), 使粒子在通过狭缝时都能得到加速。两 D 形金属盒处于垂直于盒底的匀强磁场中, 如图所示, 下列说法合理的是 ()



- A. 粒子在磁场中运动周期是电场变化周期的 2 倍
- B. 粒子每次回到狭缝时, 电场的方向都要改变
- C. 粒子射出 D 型盒时获得的最大速度与电场强度大小有关, 与 D 型盒的半径、磁感应强度大小都无关。
- D. 用回旋加速器加速质子后, 若不改变 B 和 f , 该回旋加速器也能用于加速电子

【答案】B

【解析】

【详解】AB. 粒子每次回到狭缝时, 速度方向均与上一次相反, 为了保证粒子每次经过电场都加速, 电场的方向都要改变, 粒子运动一周, 电场变化两次, 即电场变化的周期与粒子在磁场中运动的周期相同, 故 A 错误 B 正确。

C. 粒子在磁场中做圆周运动的最大半径为 D 型盒的半径, 根据带电粒子在磁场中做圆周运动的特点, 可知

$$v = \frac{qBR}{m}$$

粒子获得的最大速度与 D 型盒的半径, 磁感应强度大小有关, 与电场强度大小无关, 故 C 错误;

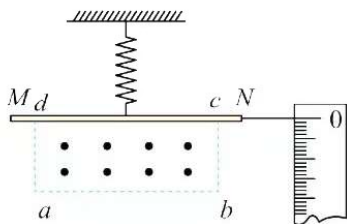
D. 粒子在磁场中做圆周运动的周期为

$$T = \frac{2\pi m}{qB}$$

电场的变化周期要与粒子做圆周运动的周期等大, 及两者的频率一样, 但是周期公式, 在不改变 B 的情况下, 电子在磁场中运动的周期与质子在磁场中运动的周期并不相同, 故 D 项错误

故选 B。

2. 如图所示为某种电流表的原理示意图。质量为 m 的匀质细金属杆的中点处通过一绝缘挂钩与一竖直悬挂的弹簧相连，弹簧的劲度系数为 k ，在矩形区域 $abcd$ 内有匀强磁场，磁感应强度大小为 B ，方向垂直纸面向外。与 MN 的右端 N 连接的一绝缘轻指针可指示标尺上的读数， MN 的长度大于 ab 的长度。当 MN 中没有电流通过且处于平衡状态时， MN 与矩形区域的 cd 边重合且指针恰指在零刻度线；当 MN 中有电流通过时，指针示数可表示电流强度。已知 $k=2\text{N/m}$ ， ab 的长度为 0.4m ， bc 的长度为 0.1m ， $B=0.2\text{T}$ ，重力加速度为 g 。不计通电时电流产生的磁场的的影响，下列说法正确的是（ ）



- A. 当电流表示数为零时，弹簧处于原长
B. 若要使电流表正常工作，则金属杆 MN 的 N 端与电源正极相接
C. 此电流表的量程应为 2.5A
D. 若要将电流表量程变为原来的 2 倍，可以将磁感应强度变为 0.4T

【答案】C

【解析】

【详解】A. 当电流表示数为零时，弹簧弹力与金属杆的重力平衡，所以此时弹簧处于伸长状态，故 A 错误；

B. 若要使电流表正常工作，应使通入电流后金属杆所受安培力向下，根据左手定则可知金属杆 MN 中的电流方向应为 $M \rightarrow N$ ，所以 M 端与电源正极相接，故 B 错误；

C. 根据胡克定律可知

$$\Delta F = k \Delta x$$

则当所测电流最大时，有

$$BI \cdot \overline{ab} = k \cdot \overline{bc}$$

解得

$$I = 2.5\text{A}$$

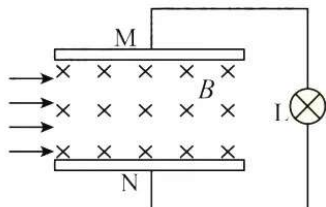
故 C 正确；

D. 根据 C 项分析可知，若要将电流表量程变为原来的 2 倍，可以将磁感应强度变为原来的二分之一，即 0.1T ，故 D 错误。

故选 C。

3. 如图所示为磁流体发电机的原理图。金属板 M 、 N 间距 $d = 20\text{cm}$ ，匀强磁场的磁感应

强度大小 $B = 5\text{T}$ ，方向垂直纸面向里。现将一束等离子体（即高温下电离的气体，含有大量带正电和负电的离子，整体呈中性）从 M、N 板间的左侧射入磁场，电路稳定后图中额定功率 $P = 100\text{W}$ 的灯泡恰好正常发光，且此时灯泡电阻 $R = 100\Omega$ 。不计离子重力和发电机内阻，每个离子电荷量数值为 $1.6 \times 10^{-19}\text{C}$ ，则下列说法中错误的是（ ）



- A. 金属板 M 上聚集负电荷，金属板 N 上聚集正电荷
- B. 该发电机的电动势为 100V
- C. 离子从左侧喷射入磁场的初速度大小为 10^2m/s
- D. 每秒钟有 6.25×10^{18} 个离子打在金属板 N 上

【答案】A

【解析】

【详解】A. 离子进入磁场区域，由左手定则知正离子向上偏转，所以金属板 M 聚焦正电荷，带正电，故 A 错误；

B. 灯泡正常发光，额定功率为： $P = 100\text{W}$ ，灯泡电阻为 $R = 100\Omega$ ，发电机内阻不计，根据功率公式可知，发电机电动势为

$$U = \sqrt{PR} = 100\text{V}$$

故 B 正确；

C. 两板间电压稳定时满足

$$qvB = qE = q \frac{U}{d}$$

所以

$$U = Bdv$$

代入数据解得

$$v = 100\text{m/s}$$

故 C 正确；

D. 电流为

$$I = \frac{U}{R} = 1\text{A}$$

根据电流的定义可知，1s 内打在金属板上的电荷为

$$q = It = 1\text{C}$$

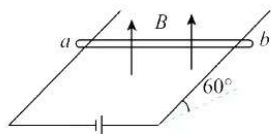
则每秒钟打在金属板 N 上的离子数为

$$n = \frac{q}{e} = 6.25 \times 10^{18}$$

故 D 正确。

本题选错的，故选 A。

4. 如图所示，在与水平方向成 60° 的光滑金属导轨间连一电源，在相距 1 m 的平行导轨上放一所受重力为 3 N 的金属棒 ab ，棒上通以 3 A 的电流，磁场的大小方向可变。要使金属棒静止，磁感应强度的最小值为 ()



- A. $\frac{1}{2}\text{ T}$ B. 1 T C. $\frac{\sqrt{3}}{2}\text{ T}$ D. $\sqrt{3}\text{ T}$

【答案】C

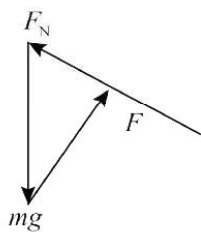
【解析】

【详解】金属棒受到重力、支持力和安培力，根据力的三角形，当安培力和支持力垂直时，安培力最小，则有

$$BIL = mg \sin 60^\circ$$

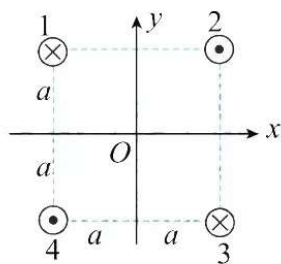
磁感应强度的最小值为

$$B = \frac{mg \sin 60^\circ}{IL} = \frac{3 \times \frac{\sqrt{3}}{2}}{3 \times 1} \text{ T} = \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ T}$$



故选 C。

5. Ioffe-Prichard 磁阱常用来约束带电粒子的运动。如图所示，四根通有大小相等且为恒定电流的长直导线垂直穿过 xoy 平面，1、2、3、4 直导线与 xoy 平面的交点成边长为 $2a$ 的正方形且关于 x 轴和 y 轴对称，各导线中电流方向已标出，已知通电无限长直导线产生的磁感应强度大小与到直导线距离成反比，设 1 导线在 O 点产生的磁感应强度为 B_0 下列说法正确的是 ()



- A. 直导线 1、2 之间的相互作用力为吸引力
B. 直导线 2 受到直导线 1、3、4 的作用力合力方向背离 O 点
C. 4 根直导线在 O 点的磁感应强度大小为 0
D. 直导线 1、2 在 O 点的合磁场的磁感应强度大小为 $2B_0$

【答案】BC

【解析】

【详解】A. 反向电流相互排斥，直导线 1、2 之间的相互作用力为排斥力，A 错误；

B. 根据安培定则可知，直导线 1、3 在 2 点的合磁感应强度方向与 y 轴负方向夹 45° 向右下，

根据 $B = k \frac{I}{L}$ 可知

$$B_0 = \frac{kI}{\sqrt{2}a}$$

$$B_{13} = \sqrt{2} \cdot \frac{kI}{2a} = B_0$$

4 在 2 点的磁感应强度方向与 y 轴正方向夹 45° 向左上

$$B_4 = \frac{B_0}{2}$$

根据矢量合成可知，2 点合磁场方向与 y 轴负方向夹 45° 向右下，再根据左手定则可以判断，

直导线 2 受到直导线 1、3、4 的作用力合力方向背离 O 点，B 正确；

C. 根据对称性可知，4 根直导线在 O 点的磁感应强度大小为 0，C 正确；

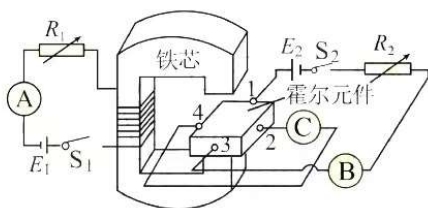
D. 直导线 1、2 在 O 点的合磁场的磁感应强度大小为 $\sqrt{2} B_0$ ，D 错误。

故选 BC。

6. 如图所示，1、2、3、4 是霍尔元件上的四个接线端，毫安表检测输入霍尔元件的电流，

毫伏表检测霍尔元件输出的电压。已知图中的霍尔元件是正电荷导电，当开关 S_1 ， S_2 闭合

后，电流表 A 和电表 B、C 都有明显示数，下列说法正确的是（ ）



- A. 电表 B 为毫伏表，电表 C 为毫安表
B. 接线端 2 的电势低于接线端 4 的电势
C. 保持 R_1 不变，适当减小 R_2 ，则毫伏表示数一定增大
D. 使通过电磁铁和霍尔元件的电流大小不变，方向均与原电流方向相反，则毫伏表的示数将增大

【答案】C

【解析】

【详解】A. B 表所在回路有电源，其测量通过霍尔元件的电流，C 表测量霍尔电压，故电表 B 为毫安表，电表 C 为毫伏表，故 A 错误；

B. 根据安培定则可知，电磁铁在霍尔元件所处位置产生的磁场方向向下，通过霍尔元件的电流由接线端 1 流向接线端 3，正电荷移动方向与电流的方向相同，由左手定则可知，正电荷偏向接线端 2，所以接线端 2 的电势高于接线端 4 的电势，故 B 错误；

C. 保持 R_1 不变，电磁铁中的电流不变，产生的磁感应强度不变；减小 R_2 ，霍尔元件中的电流增大，根据 $I = nev$ ，可知 v 增大，电子受到的电场力等于洛伦兹力，即

$$\frac{U}{d}e = evB$$

可得

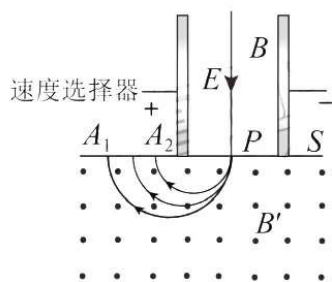
$$U = vBd$$

所以霍尔电压增大，即毫伏表示数一定增大，故 C 正确；

D. 当调整电路，使通过电磁铁和霍尔元件的电流方向相反，由左手定则可知洛伦兹力方向不变，即 2、4 两接线端的电势高低关系不发生改变，根据 C 项中的分析，可知毫伏表的示数将保持不变，故 D 错误。

故选 C。

7. 如图所示，一束带电粒子以一定的初速度沿直线通过由相互正交的匀强磁场磁感应强度为 B 和匀强电场（电场强度为 E ）组成的速度选择器，然后粒子通过平板 S 上的狭缝 P 进入另一匀强磁场（磁感应强度为 B' ），最终打在 A_1A_2 上，下列表述正确的是（ ）



- A. 速度选择器中的磁场方向垂直纸面向里
- B. 所有打在 A_1A_2 上的粒子，在磁感应强度为 B' 的磁场中的运动时间都相同
- C. 能通过狭缝 P 的带电粒子的速率等于 $\frac{E}{B}$
- D. 粒子打在 A_1A_2 的位置越靠近 P ，粒子的比荷 $\frac{q}{m}$ 越小

【答案】C

【解析】

【详解】AC. 粒子经过速度选择器时所受的电场力和洛伦兹力平衡，由左手定则可知速度选择器中的磁场方向垂直纸面向外，有

$$qE = qvB$$

则

$$v = \frac{E}{B}$$

即通过速度选择器的所有粒子速率相同，故 A 错误，C 正确；

B. 所有打在 A_1A_2 上的粒子，在磁场 B' 中做匀速圆周运动，运动的时间等于

$$t = \frac{1}{2}T = \frac{1}{2} \times \frac{2\pi R}{v} = \frac{\pi RB}{E}$$

由于粒子在下方磁场中运动的半径不同，则在磁感应强度为 B' 的磁场中的运动时间不相同，故 B 错误；

D. 经过速度选择器进入磁场 B' 的粒子速率相等，根据半径公式

$$R = \frac{mv}{qB'}$$

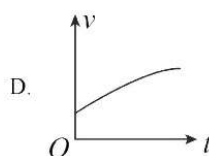
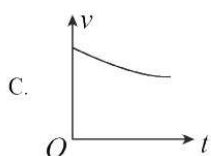
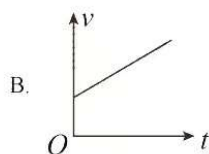
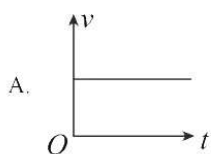
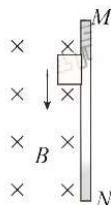
知比荷

$$\frac{q}{m} = \frac{v}{RB'}$$

粒子打在 A_1A_2 上的位置越靠近 P ，则半径 R 越小，粒子的比荷越大，故 D 错误。

故选 C。

8. 如图所示，粗糙木板 MN 竖直固定在方向垂直纸面向里的匀强磁场中。 $t=0$ 时，一个质量为 m 、电荷量为 q 的带正电物块沿 MN 以某一初速度竖直向下滑动，则物块运动的 $v-t$ 图像不可能是（ ）



【答案】B

【解析】

【详解】A. 设初速度为 v_0 ，若满足

$$mg = f = \mu N$$

因

$$N = Bqv_0$$

则

$$mg = \mu Bqv_0$$

则滑块向下做匀速运动，故 A 正确；

BD. 若

$$mg > \mu Bqv_0$$

则滑块开始有向下的加速度，加速度大小为

$$a = \frac{mg - \mu Bqv}{m}$$

可知随速度增加，加速度减小，即滑块做加速度减小的加速运动，最后达到匀速状态，故 B

错误，D 正确；

C. 若

$$mg < \mu Bqv_0$$

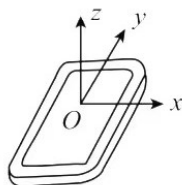
则滑块开始有向上的加速度，做减速运动，加速度大小为

$$a = \frac{\mu B q v - mg}{m}$$

可知随速度减小，加速度减小，即滑块做加速度减小的减速运动，最后达到匀速状态，故 C 正确。

本题选错误项，故选 B。

9. 安装适当的软件后，利用智能手机中的磁传感器可以测量磁感应强度 B ，如图在手机上建立直角坐标系，手机显示屏所在平面为 xOy 面。某同学在某地对地磁场进行了四次测量，每次测量时 y 轴指向不同方向而 z 轴正向保持竖直向上。根据表中测量结果有如下结论，其中错误的是（ ）



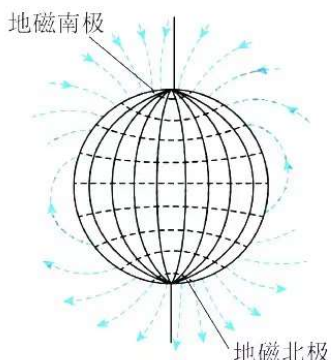
测量序号	$B_x / \mu\text{T}$	$B_y / \mu\text{T}$	$B_z / \mu\text{T}$
1	0	21	-45
2	0	-20	-46
3	21	0	-45
4	-21	0	-45

- A. 测量地点位于南半球
B. 当地的地磁场大小约为 $50\mu\text{T}$
C. 第 2 次测量时 y 轴正向指向南方
D. 第 3 次测量时 y 轴正向指向西方

【答案】A

【解析】

【详解】A. 地磁场分别如图所示



地球可视为一个大磁场，磁场南极大致在地理北极附近，磁场北极在地理南极附近。由表中 z 轴数据可看出 z 轴的磁场竖直向下，则测量地点应位于北半球。故 A 错误；

B. 磁感应强度为矢量，由表格中可得处当地的地磁场大小约为

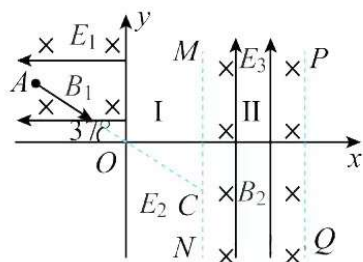
$$B = \sqrt{B_x^2 + B_z^2} = \sqrt{B_y^2 + B_z^2} = \sqrt{21^2 + 45^2} \mu\text{T} \approx 50 \mu\text{T}$$

故 B 正确；

CD. 由选项 A 可知测量地在北半球，而北半球地磁场指向北方斜向下，则第 2 次测量，测得 $B_y < 0$ ，故 y 轴指向南方，第 3 次测得 $B_x > 0$ ，故 x 轴指向北方而 y 轴则指向西方，故 CD 正确。

由于本题选择错误的，故选 A。

10. 如图所示，平面直角坐标系的第二象限内存在水平向左的匀强电场和垂直纸面向里的匀强磁场 B_1 ，一质量为 m 、带电荷量为 $+q$ 的小球从 A 点以速度 v_0 沿直线 AO 运动， AO 与 x 轴负方向成 37° 角。在 y 轴与 MN 之间的区域 I 内加一电场强度最小的匀强电场后，可使小球继续做直线运动到 MN 上的 C 点， MN 与 PQ 之间区域 II 内存在宽度为 d 的竖直向上匀强电场和垂直纸面向里的匀强磁场 B_2 ，小球在区域 II 内做匀速圆周运动并恰好不能从右边界飞出，已知小球在 C 点的速度大小为 $2v_0$ ，重力加速度为 g ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ，则下列结论错误的是（ ）



A. 区域 II 内匀强电场的场强大小 $E_2 = \frac{mg}{q}$

- B. 区域II内匀强磁场的磁感应强度大小 $B_2 = \frac{mv_0}{qd}$
- C. 小球从 $A \rightarrow O$ 做匀速直线运动, $O \rightarrow C$ 做匀加速直线运动
- D. 区域I内匀强电场的最小场强大小为 $E_3 = \frac{4mg}{5q}$, 方向与 x 轴正方向成 53° 角向上

【答案】B

【解析】

【详解】A. 小球在区域II内做匀速圆周运动, 所以

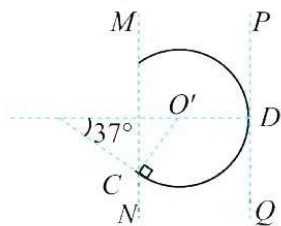
$$mg = qE_3$$

解得

$$E_3 = \frac{mg}{q}$$

故 A 正确, 不符合题意;

B. 因为小球恰好不从右边界穿出, 小球运动轨迹如图所示



由几何关系得

$$d = \frac{8}{5}r$$

由洛伦兹力提供向心力知

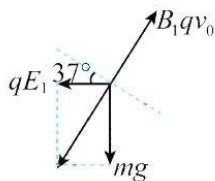
$$B_2 q \times 2v_0 = m \frac{(2v_0)^2}{r}$$

解得

$$B_2 = \frac{16mv_0}{5qd}$$

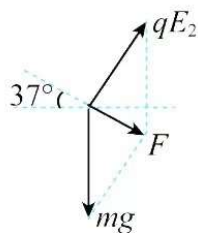
故 B 错误, 符合题意;

CD. 带电小球在第二象限内受重力、电场力和洛伦兹力做直线运动, 三力满足如图所示关系



所以小球从 $A \rightarrow O$ 只能做匀速直线运动。

区域 I 中 $O \rightarrow C$ 小球做直线运动，电场强度最小，受力如图所示（电场力方向与速度方向垂直）



所以小球做匀加速直线运动，由图知

$$\cos 37^\circ = \frac{qE_2}{mg}$$

解得

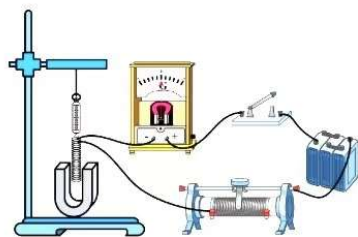
$$E_2 = \frac{4mg}{5q}$$

方向与 x 轴正方向成 53° 角向上。故 CD 正确，不符合题意。

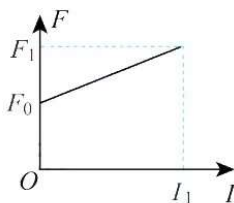
故选 B。

二 多选题（3分*6）

11. 用如图（a）所示的装置研究安培力，线圈的一端悬挂于弹簧测力计上，另一端放置在匀强磁场中。某次实验获得测力计读数随电流变化的 $F-I$ 图像如图（b）所示，图中 F_1 、 F_0 和 I_1 为已知量，线圈匝数为 n ，重力加速度为 g ，忽略线圈上边所在位置处的磁场，通过以上已知量可求出（ ）



图(a)



图(b)

- A. 线圈的质量
- B. 线圈在磁场中的有效长度
- C. 线圈所在磁场的磁感应强度
- D. 磁感应强度与线圈有效长度的乘积

积

【答案】AD

【解析】

【详解】AD. 由图 (b) 可知, 测力计读数在增大, 所以线圈受到向下的安培力, 有

$$F = mg + nBIL$$

结合图像, 易知

$$F_0 = mg, \frac{F_1 - F_0}{I_1} = nBL$$

解得

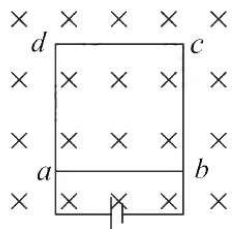
$$m = \frac{F_0}{g}, \quad BL = \frac{F_1 - F_0}{nI_1}$$

故 AD 正确;

BC. 由上面选项分析可知, 磁感应强度与线圈有效长度的乘积可求出, 但二者均为未知量, 所以不能求出它们的数值。故 BC 错误。

故选 AD。

12. 如图所示, 由相同导体连接而成的正方形线框 $abcd$ 固定在匀强磁场中, 线框所在平面与磁场方向垂直, a 、 b 分别与直流电源两端相接。若导体 ab 受到的安培力为 F_1 , cd 受到的安培力为 F_2 , 则 ()



A. 安培力的大小 $F_1 = F_2$

B. 安培力的大小 $F_1 = 3F_2$

C. F_1 与 F_2 的方向相同

D. F_1 与 F_2 的方向相反

【答案】BC

【解析】

【详解】设 ab 边电阻为 r , 则 $adcba$ 边电阻为 $3r$, 两部分并联电压相等, 由

$$I = \frac{U}{R}$$

可知, 导体 ab 、 cd 的电流为 $3:1$, 由

$$F = BIL$$

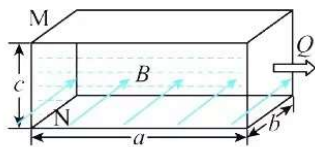
可知, 导体 ab 、 cd 所受的安培力大小之比为 $3:1$, 即

$$F_1 = 3F_2$$

两段导体电流方向均向右，由左手定则可知，受到的安培力方向均向上。

故选 BC。

13. 为了测量某化工厂的污水排放量，技术人员在该厂的排污管末端安装了如图所示的流量计，该装置由绝缘材料制成，长、宽、高分别为 $a=1\text{m}$ 、 $b=0.2\text{m}$ 、 $c=0.2\text{m}$ ，左、右两端开口，在垂直于前、后面的方向加磁感应强度为 $B=1.25\text{T}$ 的匀强磁场，在上、下两个面的内侧固定有金属板 M 、 N 作为电极，污水充满装置以某一速度从左向右匀速流经该装置时，测得两个电极间的电压 $U=1\text{V}$ ，且污水流过该装置时受到阻力作用，阻力 $f=kLv$ ，其中比例系数 $k=15\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ ， L 为污水沿流速方向的长度， v 为污水的流速。下列说法中正确的是（ ）



- A. 金属板 M 的电势不一定高于金属板 N 的电势，因为污水中可能负离子较多
- B. 污水中离子浓度的高低对电压表的示数也有一定影响
- C. 污水的流量（单位时间内流出的污水体积） $Q=0.16\text{m}^3/\text{s}$
- D. 为使污水匀速通过该装置，左、右两侧管口应施加的压强差为 $\Delta p=1500\text{Pa}$

【答案】CD

【解析】

【分析】

【详解】A. 根据左手定则，知负离子所受的洛伦兹力方向向下，则负离子向下偏转，同理，正离子向上偏转，可知 N 板带负电， M 板带正电，则 N 板的电势一定比 M 板电势低，故 A 错误；

B. 由法拉第电磁感应定律得

$$U=Bcv$$

与离子浓度无关，故 B 错误；

C. 污水的流速

$$v = \frac{U}{Bc} = 4\text{m/s}$$

则流量

$$Q = vbc = \frac{Ub}{B} = 0.16\text{m}^3/\text{s}$$

故 C 正确；

D. 污水流过该装置时受到的阻力

$$f=kLv=kav=15\times 1\times 4\text{N}=60\text{N}$$

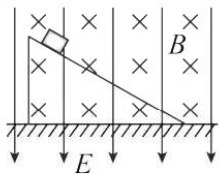
为使污水匀速通过该装置，左、右两侧管口应施加的压力差是 60N，则压强差为

$$\Delta p = \frac{\Delta F}{S} = \frac{60}{0.2 \times 0.2} \text{ Pa} = 1500 \text{ Pa}$$

故 D 正确。

故选 CD。

14. 如图所示，表面粗糙的斜面固定于地面上，并处于方向垂直纸面向里的磁场和竖直向下的匀强电场中，磁感应强度大小为 B ，电场强度大小为 E ，一质量为 m 、电荷量为 Q 的带负电小滑块从斜面顶端由静止下滑，在滑块下滑过程中，下列判断正确的是()



- A. 滑块受到的摩擦力不变
- B. 若斜面足够长，滑块最终可能在斜面上匀速下滑
- C. 若 B 足够大，滑块最终可能静止于斜面上
- D. 滑块到达地面时的动能与 B 有关

【答案】BD

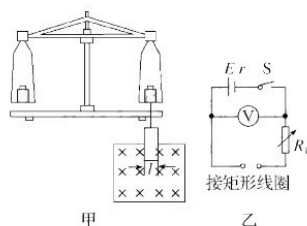
【解析】

【详解】ABC. 滑块向下运动的过程中受到重力、电场力、支持力，根据左手定则，滑块还受到垂直斜面向下的洛伦兹力，沿斜面向上的摩擦力，滑块向下运动的过程中，速度增大，洛伦兹力增大，支持力增大，滑动摩擦力增大，当 B 很大时，则摩擦力有可能也很大，当滑块受到的摩擦力与重力沿斜面向下的分力以及电场力在斜面上分力之差相等时，滑块做匀速直线运动，之后洛伦兹力与摩擦力不再增大，所以滑块不可能静止在斜面上，故 AC 错误，B 正确；

D. B 不同，洛伦兹力大小也不同，所以滑动摩擦力大小不同，摩擦力做的功不同，根据动能定理可知，滑块到达地面的动能不同，故 D 正确。

故选 BD。

15. 电流天平可以用来测量匀强磁场的磁感应强度的大小，如图甲所示，测量前天平已调至平衡，测量时，在左边托盘中放入质量为 m 的砝码，右边托盘中不放砝码，将一个质量为 m_0 、匝数为 n 、下边长为 l 的矩形线圈挂在右边托盘的底部，再将此矩形线圈的下部分放在待测磁场中，线圈的两头连在如图乙所示的电路中，不计连接导线对线圈的作用力，电源电动势为 E ，内阻为 r ，开关 S 闭合后，调节可变电阻至 R_1 时，天平正好平衡，此时电压表读数为 U ，已知 $m_0 > m$ ，取重力加速度为 g ，则()



- 甲 乙
- A. 矩形线圈中电流的方向为逆时针方向
- B. 矩形线圈的电阻 $R = \frac{E-U}{U}r - R_1$
- C. 匀强磁场的磁感应强度的大小 $B = \frac{(m_0 - m)rg}{n(E-U)l}$
- D. 若仅将磁场反向，在左盘中再添加质量为 $2m_0 - m$ 的砝码可使天平重新平衡

【答案】AC

【解析】

【详解】A、对矩形线圈受力分析可知所受安培力向上，再由左手定则可知矩形线圈中电流的方向为逆时针方向，故 A 正确；

B、根据闭合电路欧姆定律可得 $U = E - \frac{U}{R+R_1}r$ ，解得矩形线圈的电阻 $R = \frac{Ur}{E-U} - R_1$ ，

故 B 错误；

C、根据平衡条件可得 $m_0g - F = mg$ ，而 $F = nBIl$ ， $I = \frac{E-U}{r}$ ，解得匀强磁场的磁感应强度的大小 $B = \frac{(m_0 - m)gr}{n(E-U)l}$ ，故 C 正确；

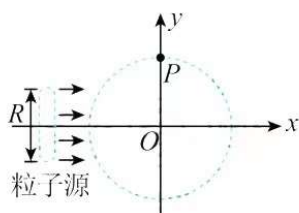
D、开始线圈所受安培力的方向向上，仅将磁场反向，则安培力方向反向，变为竖直向下，相当于右边多了两倍的安培力大小，所以需要在左边加砝码，添加质量为

$\Delta m = \frac{2F}{g} = 2(m_0 - m)$ 的砝码可使天平重新平衡，故 D 错误；

故选 AC。

【点睛】天平平衡后，仅将磁场反向时，安培力方向反向，则右边相当于多了或少了两倍的安培力大小。

16. 如图所示，在 xOy 平面内有一个半径为 R 、圆心位于坐标原点 O 的圆形磁场区域，磁感应强度大小为 B ，在圆形磁场区域的左边有一个宽度也为 R 且关于 x 轴对称的粒子源，它能连续不断地沿 x 轴正方向发射速度相同的带正电粒子，已知粒子的质量均为 m 、电荷量均为 q ，不计粒子重力和粒子间的相互作用。若粒子均能够从 y 轴上的 P 点离开磁场区域，则下列说法正确的是（ ）



- A. 磁场方向垂直 xOy 平面向外
- B. 粒子的速度大小为 $\frac{qBR}{m}$
- C. 粒子在磁场中运动的最大时间差为 $\frac{\pi m}{3qB}$
- D. 粒子从 P 点离开磁场时与 x 轴正方向的夹角的范围为 $0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{3}$

【答案】BC

【解析】

【详解】A. 由于粒子均向上偏转，根据左手定则可知，磁场方向垂直于 xOy 平面向里，A 错误；

B. 由于粒子均能从 P 点离开磁场，由几何关系可知粒子在磁场中做圆周运动的轨迹半径也为 R ，根据

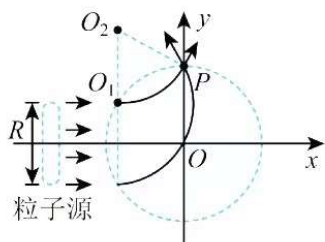
$$qv_0B = m \frac{v_0^2}{R}$$

解得

$$v_0 = \frac{qBR}{m}$$

B 正确；

C. 在场中运动时间最长的粒子与运动时间最短的粒子的运动轨迹如图所示



则粒子在磁场中运动的最长时间为

$$t_1 = \frac{T}{3} = \frac{2\pi m}{3qB}$$

粒子在磁场中运动的最短时间为

$$t_2 = \frac{T}{6} = \frac{\pi m}{3qB}$$

所以最大时间差为

$$\Delta t = t_1 - t_2 = \frac{\pi m}{3qB}$$

C 正确；

D. 由几何关系可知，粒子离开磁场时与 x 轴正方向的夹角范围应为

$$\frac{\pi}{3} \leq \theta \leq \frac{2\pi}{3}$$

D 错误。

故选 BC。

三 实验题部分

17. 铅笔内芯是石墨和黏土的混合物。

(1) 某同学使用螺旋测微器测定其直径 d ，某次测量结果如图 1 所示，读数为 _____ mm。用游标卡尺测量其长度，示数如图 2 所示，由图可知其长度 $L =$ _____ cm。

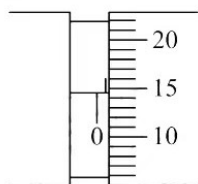


图1

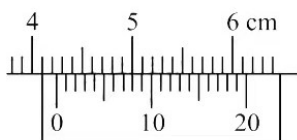


图2

(2) 某同学使用多用电表欧姆挡粗测其电阻，他首先将选择开关置于“ $\times 10$ ”倍率，接着将两支表笔短接，旋转欧姆调零旋钮使指针指向 0 然后将两表笔分别与该铅笔内芯两端接触，测其电阻时指针如图 3 示，则该同学接下来应该进行的操作是 _____；若该同学进行正确操作后再次测量时指针如图 4 示，则该铅笔内芯的电阻是 _____。

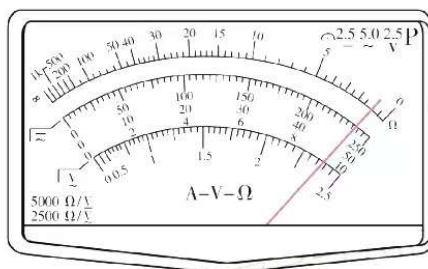


图3

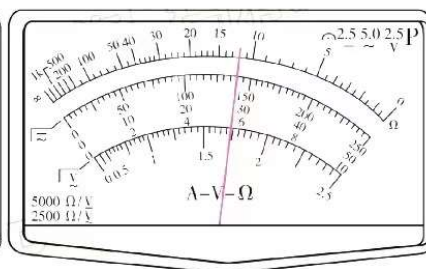


图4

(3) 图 5 某同学找到的某多用电表的原理电路图。图中 E 是电池； R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 和 R_5

是固定电阻， R_6 是可变电阻；表头 G 的满偏电流为 $250\mu\text{A}$ ，内阻为 480Ω 。虚线方框内为换挡开关，A 和 B 分别与两表笔相连。该多用电表有 5 挡位，5 挡位为：直流电压 1V 挡和 5V 挡，直流电流 1mA 挡和 2.5mA 挡，欧姆 $\times 100\Omega$ 挡。则图戊中：①A 端与_____（填“红”或“黑”）色表笔相连接。② $R_4 =$ _____ Ω ， $R_1 + R_2 =$ _____ Ω 。

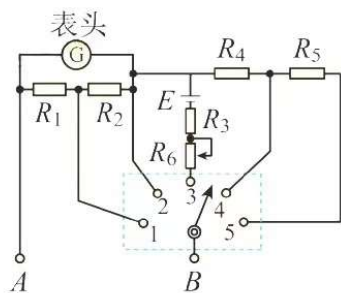


图3

【答案】 ①. 0.644##0.645##0.646 ②. 4.240 ③. 应将选择开关置于“ $\times 1$ ”倍率，并重新进行欧姆调零，再进行测量 ④. 12Ω ⑤. 黑 ⑥. 880 ⑦. 160

【解析】

【详解】(1) [1]螺旋测微器读数是固定刻度读数（ 0.5mm 的整数倍）加可动刻度（ 0.5mm 以下的小数）读数，图中读数为

$$d = 0.5\text{mm} + 14.5 \times 0.01\text{mm} = 0.645\text{mm}$$

[2]游标卡尺读数是主尺读数（ mm 的整数倍）加上游标尺的读数（ mm 的小数位），由图可读出为

$$L = 42\text{mm} + 8 \times 0.05\text{mm} = 42.40\text{mm} = 4.240\text{cm}$$

(2) [3][4]由图可知指针偏转过大，则该同学接下来应将开关置于“ $\times 1$ ”倍率，接着将两支表笔短接，并进行欧姆调零。根据指针位置指向“12”，倍率为“ $\times 1$ ”，可知该铅笔芯的电阻是 12Ω 。

(3) [5]根据欧姆表原理可知，内部电源的正极应接黑表笔，这样才能保证在测电阻时电流表中电流“红进黑出”，故图中的 A 端与黑色表笔相连接；

[6][7]根据题意可得表头 G 的满偏电流为 $I_g = 250\mu\text{A} = 2.5 \times 10^{-4}\text{A}$ ，内阻为 $R_g = 480\Omega$ 。

直流电流挡分别为 1mA 和 2.5mA ，由图可知：当接 2 时量程为 $I = 1\text{mA} = 1 \times 10^{-3}\text{A}$ ，根据串并联电路规律可知

$$R_1 + R_2 = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{250 \times 10^{-6} \times 480}{1 \times 10^{-3} - 250 \times 10^{-6}} = 160\Omega$$

接 4 时为电压挡，因串入的电阻较小，故应为量程 1V 的电压表；此时表头与 R_1 、 R_2 并联

后再与 R_1 串联，即改装后的 1mA 电流表与 R_1 串联再改装为电压表；根据串联电路规律可知表头

$$R_1 = \frac{1 - 1 \times 10^{-3} \times 120}{1 \times 10^{-3}} \Omega = 880 \Omega$$

18. 某同学要将一量程为 1mA 的毫安表 mA 改装为量程为 10V 的电压表。该同学测得毫安表内阻为 150Ω ，经计算后将电阻箱与毫安表连接，进行改装。然后利用一标准电压表，对改装后的电表进行检测。实验室提供的器材有：

电源 E （电动势 12V ，内阻不计）；

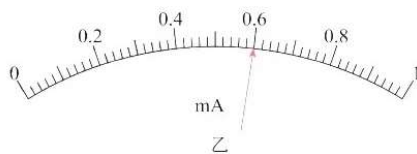
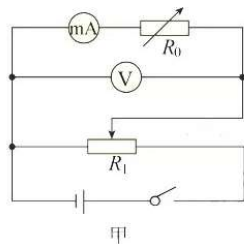
标准电压表 V （量程 10V ，内阻约为 $10\text{k}\Omega$ ）；

电阻箱 R_0 （ $0 \sim 99999.9\Omega$ ）

滑动变阻器 R_1 （最大阻值为 20Ω ）；

滑动变阻器 R_2 （最大阻值为 $5\text{k}\Omega$ ）；

开关 S 一个，导线若干。图甲是该同学画出的校对电路图。



(1) 图中电阻箱 R_0 的阻值应调为 $\underline{\hspace{2cm}} \Omega$ 。

(2) 当标准电压表的示数为 9V 时，毫安表的指针位置如图乙所示，由此可以推测出改装的电表量程不是预期值，而是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。（填正确答案标号）

A. 9V B. 12V C. 15V D. 18V

(3) 产生上述问题的原因可能是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。（填正确答案标号）

A. 毫安表内阻测量错误，实际内阻大于 150Ω

B. 毫安表内阻测量错误，实际内阻小于 150Ω

C. R_0 值计算错误，接入的电阻偏大

D. R_0 值计算错误，接入的电阻偏小

【答案】 ①. 9850 ②. C ③. AC

【解析】

【详解】(1) [1]将毫安表改装成量程 $U=10\text{V}$ 量程的电压表，则串联的分压电阻为

$$R_0 = \frac{U}{I_g} - R_g = \frac{10}{1 \times 10^{-3}} \Omega - 150 \Omega = 9850 \Omega$$

(2) [2]由图乙读出毫安表的示数为 0.60mA ，是满偏电流的 $\frac{3}{5}$ ，令改装后电压表量程是 U' ，

则有

$$\frac{3}{5}U' = 9\text{V}$$

解得

$$U' = 15\text{V}$$

故选 C。

(3) [3]由于改装电压表的量程

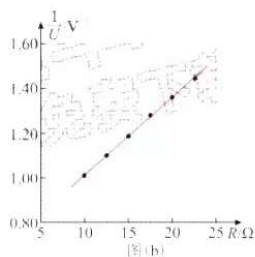
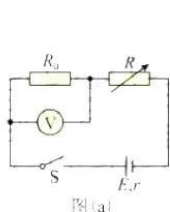
$$U = I_g(R_g + R_0)$$

根据上述分析可知，改装后的量程偏大，产生该原因有两种可能：一是毫安表内阻 R_g 标记错误，实际内阻大于 150Ω ，二是的 R_0 值计算错误，接入的电阻偏大。

故选 AC。

19. 一实验小组利用图(a)所示的电路测量一电池的电动势 E (约 1.5V) 和内阻 r (小于 2Ω)。

图中电压表量程为 1V ，内阻 $R_V = 380.0\Omega$ ；定值电阻 $R_0 = 20.0\Omega$ ；电阻箱 R ，最大阻值为 999.9Ω ；S 为开关。按电路图连接电路。完成下列填空：



(1) 为保护电压表，闭合开关前，电阻箱接入电路的电阻值可以选 Ω (填 “5.0” 或 “15.0”)；

(2) 闭合开关，多次调节电阻箱，记录下阻值 R 和电压表的相应读数 U ；

(3) 利用测量数据，做 $\frac{1}{U}-R$ 图线，如图 (b) 所示；

(4) 通过图 (b) 可得 $E =$ V (保留 2 位小数)；

(5) 若将图 (a) 中的电压表当成理想电表，得到的电源电动势为 E' ，由此产生的误差为

$$\left| \frac{E' - E}{E} \right| \times 100\% = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

【答案】 ①. 15.0 ②. 1.50 ③. 5

【解析】

【详解】(1) [1]电压表和定值电阻并联总阻值为

$$R_{\#} = \frac{R_0 R_V}{R_0 + R_V} = 19\Omega$$

回路最大电流

$$I = \frac{U_V}{R_{\#}} = \frac{1}{19} \text{A}$$

回路中最小电阻

$$R_{\min} = \frac{E}{I}$$

则电阻箱最小值

$$R = R_{\min} - R_{\#} - r > 7.5\Omega$$

因此接入电阻 15.0Ω 。

(4) [2]根据欧姆定律

$$I = \frac{U}{R_{\#}} = \frac{E}{R_{\#} + R + r}$$

可得

$$\frac{1}{U} = \frac{R_0 + R_V}{R_0 R_V E} R + \frac{1}{E} \left(1 + \frac{R_0 + R_V}{R_0 R_V} r \right)$$

即

$$\frac{1}{U} = \frac{R}{19E} + \frac{19+r}{19E}$$

则斜率

$$k = \frac{1}{19E} = \frac{1.50 - 0.96}{24 - 8.5} = 0.035$$

解得

$$E = 1.50\text{V}$$

(5) [3]若当做理想电压表, 则

$$I = \frac{U}{R_0} = \frac{E'}{R_0 + R + r}$$

变式得

$$\frac{1}{U} = \frac{R}{20E'} + \frac{20+r}{20E'}$$

则

$$k = \frac{1}{20E'}$$

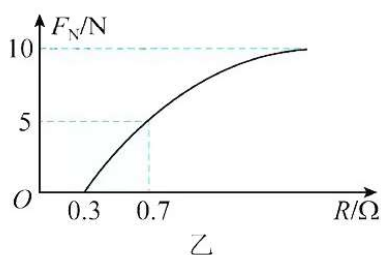
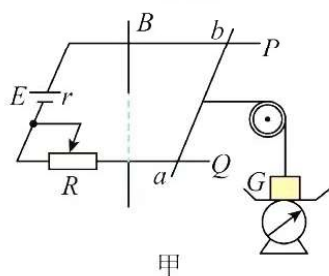
故

$$\left| \frac{E' - E}{E} \right| \times 100\% = 5\%$$

四 计算题部分

20. 如图甲所示, 水平放置的两光滑导轨 PQ 间的距离 $L = 0.5\text{m}$, 垂直于导轨平面有竖直方向的匀强磁场, 磁感应强度 $B = 2\text{T}$, ab 棒垂直于导轨放置, 系在 ab 棒中点的水平绳跨过定滑轮与物块相连, 物块放置在电子秤上, 质量为 1.0kg 。已知电子秤的读数 F_N 随滑动变阻器 R 阻值变化的规律如图乙所示, 导轨及 ab 棒的电阻均不计, g 取 10m/s^2 。求:

- (1) 磁场方向;
(2) 电源电动势 E 和内阻 r 。



【答案】(1) 磁场方向向上; (2) $E = 4\text{V}$ 、 $r = 0.1\Omega$

【解析】

【详解】解: (1) ab 棒电流方向, 由 b 到 a , 金属棒水平方向受力平衡可知, 绳子拉力与安培力平衡。安培力水平向左。由左手定则得, 磁场方向向上。

(2) 回路电流

$$I = \frac{E}{R + r}$$

ab 棒所受安培力

$$F = BIL$$

电子秤的示数

$$F_N = mg - F$$

即

$$F_N = mg - B \frac{E}{R + r} L$$

又

$$m = 1\text{kg}, B = 2\text{T}, L = 0.5\text{m}$$

得

$$F_N = 10 - \frac{E}{R + r}$$

由图像得两组数据

$$R = 0.3\Omega \text{ 时 } F_N = 0$$

$$R = 0.7\Omega \text{ 时 } F_N = 5$$

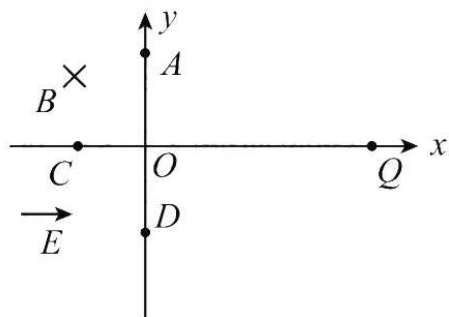
解得

$$E = 4V, r = 0.1\Omega$$

21. 如图, 在坐标系 xOy 的第二象限存在匀强磁场, 磁场方向垂直于 xOy 平面向里; 第三象限内有沿 x 轴正方向的匀强电场; 第四象限的某圆形区域内存在一垂直于 xOy 平面向里的匀强磁场, 磁感应强度大小为第二象限磁场磁感应强度的 4 倍。一质量为 m 、带电荷量为 $q (q > 0)$ 的粒子以速率 v 自 y 轴的 A 点斜射入磁场, 经 x 轴上的 C 点以沿 y 轴负方向的速度进入电场, 然后从 y 轴负半轴上的 D 点射出, 最后粒子以沿着 y 轴正方向的速度经过 x 轴上的 Q 点。已知 $OA = \sqrt{3}d$, $OC = d$, $OD = \frac{2\sqrt{3}}{3}d$, $OQ = 4d$, 不计粒子重力。

上的 Q 点。已知 $OA = \sqrt{3}d$, $OC = d$, $OD = \frac{2\sqrt{3}}{3}d$, $OQ = 4d$, 不计粒子重力。

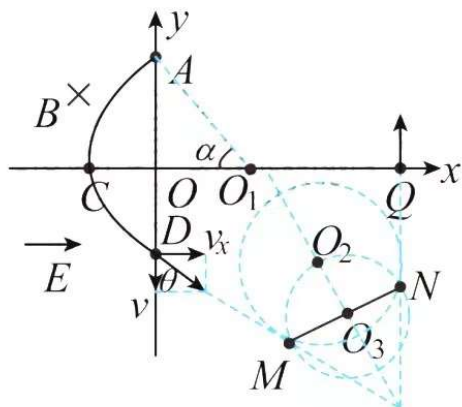
- (1) 求第二象限磁感应强度 B 的大小;
- (2) 求粒子由 A 至 D 过程所用的时间;
- (3) 试求第四象限圆形磁场区域的最小面积。



【答案】(1) $\frac{mv}{2qd}$; (2) $\frac{2(\pi + \sqrt{3})d}{3v}$; (3) $\frac{3}{4}\pi d^2$

【解析】

【详解】由题意画出粒子轨迹图如图所示



(1) 粒子在第二象限做匀速圆周运动, 设粒子在第二象限磁场中做匀速圆周运动的半径为 r , 由牛顿第二定律有

$$qvB = m \frac{v^2}{r}$$

由几何关系有

$$(r-d)^2 + (\sqrt{3}d)^2 = r^2$$

可得

$$r = 2d$$

联立以上各式得

$$B = \frac{mv}{2qd}$$

(2) 设粒子在第二象限磁场中运动的时间为 t_1 , AC 弧对应的圆心角为 α , 由几何关系知

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{3}d}{r}$$

解得

$$\alpha = 60^\circ$$

由运动学公式有

$$t_1 = \frac{s}{v} = \frac{\frac{1}{3}\pi r}{v} = \frac{2\pi d}{3v}$$

粒子在第三象限做类平抛运动, 设粒子在第三象限电场中运动的时间为 t_2 , y 轴方向分运动为匀速直线运动有

$$\frac{2\sqrt{3}}{3}d = vt_2$$

解得

$$t_2 = \frac{2\sqrt{3}d}{3v}$$

所以粒子由 A 至 D 过程所用的时间为

$$t = t_1 + t_2 = \frac{2(\pi + \sqrt{3})d}{3v}$$

(3) 粒子在 C 到 D 过程：x 轴方向匀加速运动的加速度为 a ，有

$$d = \frac{1}{2}at_2^2$$

在 D 点的速度与 y 轴负方向夹角为 θ ，其 x 轴分速度

$$v_x = at_2 = \frac{qE}{m}t_2 = \sqrt{3}v$$

由合速度与分速度的关系得

$$\tan\theta = \frac{v_x}{v}$$

联立可得

$$\theta = 60^\circ$$

$$v_D = \frac{v_x}{\sin\theta} = 2v$$

设粒子在第四象限磁场中做匀速圆周运动的半径为 r_1 ，由牛顿第二定律有

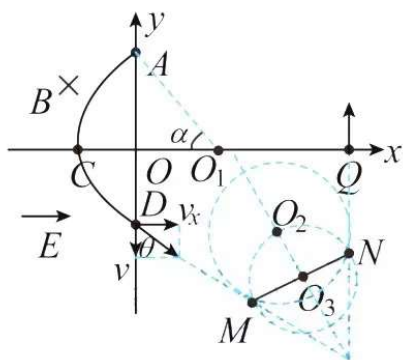
$$4B \times q \times 2v = m \frac{(2v)^2}{r_1}$$

结合 (1) 问：解得

$$r_1 = d$$

故粒子在第四象限运动的轨迹必定与 D、Q 速度所在直线相切，由于粒子运动轨迹半径为 d ，

故粒子在第四象限运动的轨迹是如图所示的轨迹圆 O_2



该轨迹圆与 v_D 速度所在直线相切于 M 点、与 v_Q 速度所在直线相切于 N 点，连接 MN ，由几何关系可知

$$MN = \sqrt{3}d$$

由于 M 点、 N 点必须在磁场内，即线段 MN 在磁场内，故可知磁场面积最小时必定是以 MN 为直径（如图所示）的圆。即面积最小的磁场半径为

$$r_3 = \frac{1}{2}MN = \frac{\sqrt{3}d}{2}$$

设磁场的最小面积为 S ，得

$$S = \pi r_3^2 = \frac{3\pi d^2}{4}$$

22. 如图（a）所示，水平直线 MN 下方有竖直向上的匀强电场，现将一重力不计、比荷

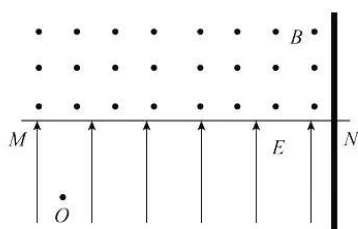
$\frac{q}{m} = 10^6 \text{ C/kg}$ 的正电荷置于电场中的 O 点由静止释放，经过时间 $\frac{\pi}{15} \times 10^{-5} \text{ s}$ 以后，电荷以

$v_0 = 1.5 \times 10^4 \text{ m/s}$ 的速度通过 MN 进入其上方的均匀磁场，磁场与纸面垂直，磁感应强度 B 按图（b）所示规律周期性变化，图（b）中磁场以垂直纸面向外为正，以电荷第一次通过 MN 时为 $t=0$ 时刻。求：

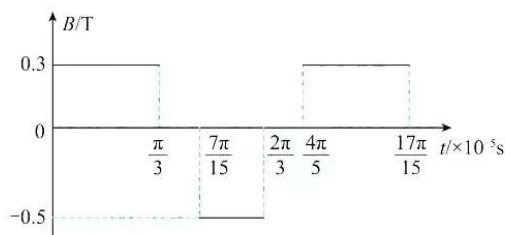
（1）匀强电场的电场强度 E ；

（2）图（b）中 $t = \frac{4\pi}{5} \times 10^{-5} \text{ s}$ 时刻电荷与 O 点的水平距离；

（3）如果在 O 点正右方 43.5 cm 处有一垂直于 MN 的足够大的挡板，求电荷从 O 点出发运动到挡板的时间。



图（a）



图（b）

【答案】（1） $7.2 \times 10^3 \text{ N/C}$ ；（2） 4 cm ；（3） $\frac{337}{45} \pi \times 10^{-5} \text{ s}$

【解析】

【详解】（1）电荷在电场中做匀加速直线运动，其在电场中加速运动的时间为 $t_1 = \frac{\pi}{15} \times 10^{-5} \text{ s}$ ，由匀变速直线运动规律得

$$v_0 = at_1$$

由牛顿第二定律得

$$qE = ma$$

代入数据解得

$$E = 7.2 \times 10^3 \text{ N/C}$$

(2) 粒子在磁场中做匀速圆周运动，洛伦兹力提供向心力

$$qv_0 B = m \frac{v_0^2}{r}$$

解得

$$r = \frac{mv_0}{qB}$$

当磁场垂直纸面向外时，电荷运动的半径

$$r_1 = \frac{mv_0}{qB_1}$$

做圆周运动的周期

$$T_1 = \frac{2\pi r_1}{v_0} = \frac{2\pi m}{qB_1}$$

代入数据解得

$$r_1 = 5 \text{ cm}$$

$$T_1 = \frac{2\pi}{3} \times 10^{-5} \text{ s}$$

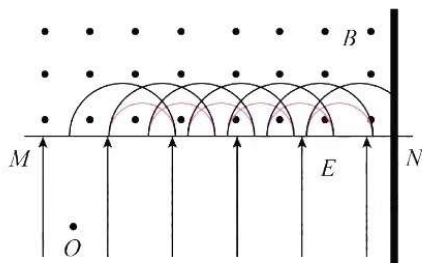
同理可得，当磁场垂直纸面向里时，电荷圆周运动的半径为

$$r_2 = \frac{mv_0}{qB_2} = 3 \text{ cm}$$

做圆周运动的周期

$$T_2 = \frac{2\pi m}{qB_2} = \frac{2\pi}{5} \times 10^{-5} \text{ s}$$

电荷从 $t = 0$ 时刻开始做周期性运动，结合磁场的周期性可知运动轨迹如图所示



从电荷第一次通过 MN 开始其运动的周期为

$$T = \left(\frac{\pi}{15} \times 4 + \frac{1}{2} \times \frac{2\pi}{3} + \frac{1}{2} \times \frac{2\pi}{5} \right) \times 10^{-5} \text{s} = \frac{4\pi}{5} \times 10^{-5} \text{s}$$

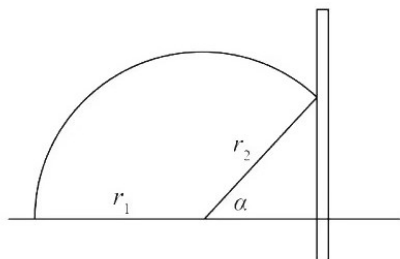
所以 $t = \frac{4\pi}{5} \times 10^{-5} \text{s}$ 时刻粒子距离 O 点的水平距离为

$$\Delta d = 2(r_1 - r_2) = 4 \text{cm}$$

(3) 由第(2)的分析可知, 每经过一个周期, 粒子在水平方向向右前进 4cm , 根据电荷的运动情况可知, 电荷到达挡板前运动的完整周期数为 9 个, 即

$$s = 9\Delta d = 36 \text{cm}$$

则最后 7.5cm 的距离如图所示



由几何关系可得

$$r_1 + r_1 \cos \alpha = 7.5 \text{cm}$$

解得

$$\cos \alpha = 0.5$$

即

$$\alpha = 60^\circ$$

故电荷运动的总时间

$$t_{\text{总}} = t_1 + 9T + \frac{1}{3}T_1 = \frac{337}{45}\pi \times 10^{-5} \text{s}$$

关于我们

自主选拔在线是致力于提供新高考生涯规划、强基计划、综合评价、三位一体、学科竞赛等政策资讯的升学服务平台。总部坐落于北京，旗下拥有网站（网址：www.zizzs.com）和微信公众平台等媒体矩阵，用户群体涵盖全国90%以上的重点中学师生及家长，在全国新高考、自主选拔领域首屈一指。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注**自主选拔在线**官方微信号：**zizzsw**。



微信搜一搜

Q 自主选拔在线